

# Волоконно-оптическая парадигма развития умной энергетики

**И.И. Нуреев<sup>1,\*</sup>, О.Г. Морозов<sup>1</sup>, А.Ж. Сахабутдинов<sup>1</sup>, Р.Ш. Мисбахов<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева-КАИ

<sup>2</sup>Казанский государственный энергетический университет

\*E-mail: [n2i2@mail.ru](mailto:n2i2@mail.ru)

DOI:10.31868/RFL2018.232-233

Современный уровень информационных технологий и средств вычислительной техники, а также активно развивающаяся «цифровизация» электрических сетей, позволяют пересмотреть подходы к развитию и усовершенствованию функций автоматики и систем контроля и управления электроустановок различных классов напряжения, прежде всего среднего напряжения, как наиболее распространенных и, в связи с этим, наиболее значимых для конечных потребителей.

Согласно дорожной карте EnergyNet и в энергетической стратегии России на период до 2035 года указано, что приоритетной технологией для повышения надежности энергосистем и сокращения потерь энергии должны быть интеллектуальные технологии и средства мониторинга и диагностики состояния оборудования. В энергетической Стратегии-2020, которая существовала до принятия Стратегии-2030 и Стратегии -2035, также были обозначены главные векторы перспективного развития отраслей ТЭК, переход на путь инновационного и энергоэффективного развития, которые до сих пор остаются актуальными:

1. Создание интеллектуальных распределительных электрических сетей нового поколения в Единой энергетической системе России (интеллектуальные сети – SmartGrids);

2. Создание высоконадежных каналов связи между различными уровнями диспетчерского управления и дублированных цифровых каналов обмена информацией между объектами и центрами управления;

3. Создание систем дистанционной диагностики состояния оборудования электросетевого комплекса.

Электроэнергетическая система работает в режиме реального времени – поэтому существуют высокие требования по обеспечению надежности, бесперебойности и качеству функционирования, в том числе, к системам релейной защиты и противоаварийной автоматики. Контроль и управление работой оборудования энергосетей является чрезвычайно важной задачей. Одним из лучших способов точно контролировать работу электротехнического оборудования является применение эффективной системы диагностического мониторинга.

Основные цели применения систем мониторинга:

– оперативность в принятии решений, исключающих неконтролируемое развитие аварийного дефекта оборудования;

– снижение человеческого фактора в процессе жизненного цикла объекта (электробезопасность профильного персонала);

– контроль характера и локации дефекта оборудования под рабочим напряжением;

– моделирование ресурса и нагрузочной способности электрооборудования;

– ведение и накопление архивной диагностической информации;

– автоматизированный учет результатов диагностирования, влияющих на принятие решения о последующей эксплуатации, техническом обслуживании и ремонте электрооборудования;

–контроль и прогнозирование состояния магистральных сетей электрической и информационной инфраструктуры.

В докладе приводятся примеры реализованных, а также находящихся в стадиях лабораторных исследований и разработки систем диагностического мониторинга цифровых энергетических сетей на основе волоконно-оптических технологий [1-7]. Их создание и применение основано на положениях предложенной авторами концепции «SmartGrids Plus» [8].

Парадигмой для диагностического мониторинга цифровых энергетических сетей является применение пассивных волоконно-оптических технологий связи и сенсорных сетей (ВОСС).

Вопросы мультиплексирования большого множества датчиков (много-сенсорной системы для нескольких комплектных распределительных устройств КРУ) являются одной из актуальных задач проектирования ВОСС. В качестве универсальных ВОД предложено использование адресных АВБР с двумя симметричными фазовыми неоднородностями с целью применения эффективного аппарата мультиплексирования датчиков одного типа по частоте огибающей биеений между центральными частотами излучений, прошедших через окна прозрачности, сформированные наличием указанных неоднородностей. Приведен механизм мультиплексирования различного количества АВБР. В качестве компромиссного варианта и обеспечения высокого соотношения «цена-качество» одного канала измерений в ВОСС выбрана технология TCWDM с гибридным временным и неплотным волновым уплотнением. Показано, что такая ПОС кроме измерений, обеспечит структурированную, безопасную и надежную организацию информационных сетей приема/передачи и обработки данных для систем релейной защиты и аварийной сигнализации.

Указанные выше положения явились основой для создания концепции развития цифровых энергетических сетей «SmartGrids Plus», опирающейся на подключение к слоям интеллектуальных энергосетей и информационных каналов связи слоя волоконно-оптического диагностического мониторинга. Приведены примеры практической реализации многосенсорных ВОСС для контроля температуры контактов и токоведущих шин, а также экспериментальных образцов построения сенсорных устройств для систем дуговой защиты и определения уровня влажности в КРУ.

Работа выполнена при финансовой поддержке Минобрнауки Российской Федерации в рамках реализации федеральной целевой программы «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2014 - 2020 годы», соглашение о предоставлении гранта КГЭУ в форме субсидии № 14.574.21.0188 - 1 этап, уникальный идентификатор прикладных научных исследований (проекта) RFMEFI57418X0188, и государственного задания КНИТУ-КАИ №8.6872.2017/8.9 при софинансировании АО «НПО «Каскад».

## Литература

- [1] А.А. Кузнецов, В.И. Артемьев и др., *Инженерный вестник Дона*, №1 (2016)
- [2] Р.Ш. Мисбахов, В.А. Иваненко и др., *Фотон-экспресс*, №6 (2017)
- [3] О.Г. Морозов, И.И. Нуреев и др., *Фотон-экспресс*, №6 (2015)
- [4] Р.Ш. Мисбахов, Р.Ш. Мисбахов и др., *Инженерный вестник Дона*, №3 (2017)
- [5] А.В. Бурдин, А.А. Василец и др., *Инфокоммуникационные технологии*, №2 (2016)
- [6] А.Ж. Сахабутдинов, *Инженерный вестник Дона*, №2 (2018)
- [7] О.Г. Морозов, А.Ж. Сахабутдинов и др., *Инженерный вестник Дона*, №2 (2018)
- [8] К.В. Маскевич, Р.Ш. Мисбахов и др., *Фотон-экспресс*, №4 (2018)